

科学技術 トピックス

以下は科学技術専門家ネットワークにおける専門調査員の投稿（10月号は2003年9月6日より2003年10月3日まで）を中心に「科学技術トピックス」としてまとめたものです。センターにおいて、関連する複数の投稿をまとめ、また必要な情報を付加する等独自に編集するため、原則として投稿者の氏名は掲載いたしません。ただし、投稿をそのまま掲載する場合は、投稿者のご了解を得て、記名により掲載しています。

ライフサイエンス分野

①中国における植物科学研究推進政策

日本植物生理学会の学会通信誌（年3回発行）では、アジア諸国における植物科学やバイオテクノロジーに関する研究動向を、各国の研究者に執筆を依頼して紹介している。

今年7月に発行された通信誌（第88号）には、「中国における植物科学の現状」という記事が北京大学生命科学院の教官から寄せられた。そこには中国における植物科学研究推進政策の動向が詳しく述べられており、興味深い内容である。

以前の中国では、食料増産のための研究開発として、中国科学院を中心とした応用研究が重要な課題とされてきた。具体的には、作物の増産や耐病性の向上を目指した品種改良研究などが強力に推進されたのに対して、外国学術誌などで評価の高い論文を載せることは意義のあることとは捉えられていなかった。

しかし、1990年代から遺伝子組換えによる分子育種が実用化されるようになり、バイオテクノロジーに関する大型研究が国策として進められるようになった。この過程で、バイオテクノロジーの推進には分子生物学的な基礎的なバツ

クグラウンドが重要であるが、中国はこの方面で大きく遅れていることが認識されることとなった。応用のみの研究だけでは所期の目的を達成することができないので、基礎研究を強力に押し進める大型研究計画が立ち上げられた。

このように基礎研究を推進した結果、科学院のみでなく大学院における基礎研究も重視されるように変化し、大学院における研究者の研究成果が問われるようになってきた。その結果、競争的環境の構築を前提とした科学院や大学院の再構成が行われ、現在では海外での研究経験を持つ優秀な研究者を招へいすることなどにより、高いレベルの研究を目指している。植物科学分野でも、例えば遺伝学研究所の李博士らのグループはイネのゲノム解析や変異体の解析において興味ある知見を得て、Natureをはじめ評価の高い外国学術誌へ論文を発表している。研究費の配分においては、国家自然科学基金委員会（National Natural Science Foundation of China, NSFC）と中国科学技術部（Ministry of Science and Technology of China）が紹介されており、研究成果や将来性に基づく公平性の高い配分方法を現在模索している。一方、研究者の評価などに多くの問題を抱えていると述べられている。その他、植

物科学における中国国内誌「植物学報」が数年前から英語論文を掲載するようになり、現在では全巻を英文で発刊するようになった。

中国は、植物科学研究推進政策の積極的な変革により、バイオテクノロジー分野において今後飛躍的に発展する可能性がある。日本でも中国の動きに注目する必要があると思われる。

（岡山大学 坂本 亘氏、
理化学研究所 杉山 達夫氏）

②白内障の発症原因解明

眼の水晶体（レンズ）は、上皮細胞から分化した繊維細胞で構成されている。繊維細胞への分化は、細胞の形の変化や細胞内小器官の消失などを伴うことが知られている。特に細胞核を含む細胞内小器官の消失は、水晶体に透明性をもたらす重要な変化であると考えられているが、その分子レベルのメカニズムはわかっていなかった。大阪大学の長田教授のグループは、水晶体の細胞核の分解を担っているデオキシリボ核酸分解酵素が欠損することで白内障が発症することを明らかにした（Nature, Vol.424, 1071-1074）。

この酵素はDLADと呼ばれる核酸分解酵素であり、ヒトおよびマウスの水晶体に高発現していることがRT-PCRにより観察された。

DLAD 遺伝子を欠損しているマウスを作成したところ、そのマウスは白内障の症状を示し、その状態は加齢により進行した。また、明るさに対する反応が正常マウスに比べて低下していた。遺伝子欠損

マウスの眼球の大きさは正常マウスと類似していたが、水晶体には本来除去される細胞核および細胞内小器官が残っていた。これらの結果は、DLAD 遺伝子の欠損が原因で白内障を発症している患者が

存在する可能性を示唆している。

本研究で作成された DLAD 遺伝子欠損マウスは、ヒト白内障の病態モデルとして今後研究上で広く利用されることが期待される。

情報通信分野

① JJAP と電子出版

学術論文誌のインターネット上での出版、「Web 出版」が急速に広まっている。これは 1995 年頃海外で始まり、2000 年頃からは Web 上に一次出版として公開する「Web 先行出版」が一般的になりつつある。国内でも 2002 年頃からこの試みが各学会で始まり、投稿から掲載まで最短で数日を目標に編集出版している例もある。いまや、学術論文誌は、学術的内容の独創性、意義はもちろんであるが、それに加えて情報伝達のスタイルに関する新しい魅力を競う世界規模の競争に入りつつある。

応用物理学会の英文刊行誌である Japanese Journal of Applied Physics (JJAP) は、日本からの科学技術情報の主要な発信元として欧米の主要論文誌と肩を並べアジアからの投稿者にとっても魅力

ある論文誌とすることを目指し、数年前から出版プロセス電子化の検討を進めてきた。そして、2 年前から Web 上で迅速に論文審査を行う「Web 審査」プロセスを Regular Paper で実現した。さらに投稿者からの要望が強い Web 上での論文投稿を受付ける「Web 投稿」受付を本年 8 月から開始した。また、9 月からは「Web 先行出版」の第一段階を開始し、来年度からは Letter において本格的運用を開始する。これらの完成により JJAP において「Web 版を主にし、紙版を従にする」出版の電子化改革が本格化する。

JJAP は 1962 年に物理学会と応用物理学会が共同で刊行を開始し、以来、世界の先端科学、先端産業を支える情報源として機能してきた。2000 年からは応用物理学会の責任編集となり、物理系学術誌刊行協会 (IPAP) から発行されている。かつて、高温超伝導が世

界の注目を集めた際に JJAP は非常に重要な役割を果たした。現在は、バイオテクノロジーとナノサイエンスに関する投稿が目立って増加している。

また、JJAP の 2002 年度 Web 版の年間ダウンロード数は 46 万件を数えており、来年度予定される Web 版の閲読有料化の影響が少なければ、「Web 投稿・Web 先行出版」によってさらに増加するものと期待されている。JJAP は、今回の出版プロセス電子化の成果を大いに活用するとともに、世界水準の研究者からなる国際的な編集委員会による迅速かつ上質な査読システムによって、日本だけでなく、アジアから世界への科学技術情報の発信基地として、重要な役割を担っていくことが期待される。

(JJAP 編集委員長／

阪大 伊東 一良氏)

ナノテク・材料分野

① グラファイトナノ構造を炭素系微小電子源として利用することに成功

近年、医療分野や生体観測に適応する小型 X 線源開発のため、電子源を小型化しようとする研究が進められている。しかしながら、従来の金属電極を加熱する熱電子放出型の電子源では小型化は難し

く、炭素系材料での微小電子源開発が進められていた。

カーボン（炭素）系微小電子源の開発において、カーボンナノチューブ (CNT) などの炭素系電子源を小型 X 線管として応用することが試みられているが、現状では高電圧・大電流で安定に動作する冷陰極源は開発されていない。CNT で電子源を実現しようとすると、電流を大きくするために高

電圧をかけた場合に、CNT と基板界面の付着力が弱いと、CNT が強い静電力によって剥離するという問題点が生じる。また、CNT と基板界面に直列抵抗成分が存在するため、電圧を上昇しても放出電流値が飽和するという問題点があり、実用化が困難であった。

スタンレー電気(株)と静岡大学の研究グループは、CNT の様な特殊な構造ではなく、カーボンのよ

り一般的な結晶構造で、面状に結合した炭素が幾重にも積層しているグラファイト（黒鉛）に微細な構造を形成し、微小電子源として利用することに成功した（第 64 回応用物理学学会学術連合講演会）。このグラファイトナノ構造は、グラファイト基板を水素プラズマでエッチングすることにより作製され、表面にナノオーダーの微細な凹凸が数多く存在する。先鋭化されたグラファイト相に電界が集中すると、容易に電子放出が起こることが知られているが、ナノス

ケールのグラファイトは端の割合が、全体に対して大きいことから電子源として有利に働いている。本構造により、高電圧・大電流使用が可能な小型冷陰極源作製の可能性が示された。本冷陰極源では高電圧で使用しても、CNT の様に電流値が飽和したり、劣化する傾向は認められず、本冷陰極源を利用することにより、短パルス・高輝度 X 線の発生が可能となった。また、このグラファイトナノ構造電子源を利用して 3 極構造のパルス X 線源を製作し、負のパル

ス電圧を印加して高速透過画像計測への応用実験を行なった結果、およそ 0.01ms の時間分解能を有する高速透過画像計測が可能となることがわかった。本技術が非破壊検査や X 線構造解析にも適応可能であることが示された。

本冷陰極源は、短パルス・高輝度 X 線源としてだけでなく、サブミリ波源等へ応用できる可能性を有しており、炭素系微小電子源の大電流用電子源として実用化に向けた今後の研究の進展が期待される。

エネルギー分野

① 糖類を原料とする微生物燃料電池に関する報告

微生物が糖類を代謝する際に直接電力を発生する微生物燃料電池に関する研究報告が行われた（NATURE BIOTECHNOLOGY Published online 7 September 2003）。これまでに、微生物発電の報告例はいくつかあったが、何れも効率は極めて低かった。

米国マサチューセッツ大学の Derek R Lovley 教授らは、微生物が糖類を代謝する際に発生する電子を、理論量の 83% まで取り出し、電極に送り込む、効率の良い微生物燃料電池の作成に成功した。

Lovley 教授らは、旧原子力兵器研究所跡地の土壌修復を目的と

する実験を行っている最中に、電極の表面に付着したある微生物（*Rhodospirillum rubrum*）の作用によって、電子が効率よく電極に伝達されることを見出した。電解質膜で隔てられた二つの槽の片方にこの微生物を入れ、それぞれの槽に導線で繋いだ固形グラファイトの電極を投入し、微生物槽に糖質原料を投入したところ、菌の生育と同時に効率良く電子の取り出しが行われた。1.85mM 濃度^①に保たれた 389 μmol のグルコースから 742 クーロンの電気量を得た（理論量は 900 クーロン）。また、グルコース濃度を 10mM に上げた場合に、電極 1 m^2 あたり 31mA、265mV の出力を得た。

この微生物はグルコースの他、フルクトース、キシロースなどの

用語説明

① モル濃度

1 リットルの溶液中に含まれる溶質のモル数

バイオマスを構成する様々な糖類を原料として発電することが出来るため、バイオマスの有効活用が可能と期待されている。現段階では、微生物を投入してから安定した発電状態に達するまでに百時間オーダーの時間を要するため、実用化の水準には到っていないが、電極を改良するなどの方法により、この時間を短縮する可能性があるとしている。バイオマスの効率的なエネルギー化の一方法として今後の進展が期待される。

（味の素(株) 都河 龍一郎氏からの投稿をもとに作成）

製造分野

① 欧州の産官共同研究で、携帯機器用の RF MEMS スイッチを開発

携帯機器などの無線通信デバイス用に、高周波数帯域で動作でき

るスイッチ等の可動部分を微細に作製する技術は、MEMS（Micro Electro - Mechanical Systems）のなかで、特に RF MEMS（Radio Frequency MEMS）と呼ばれている。この技術は、種々のシステムを 1 チップの中に集積しようと

する SoC（System on Chip）の中に、可動部分である MEMS も集積化することを狙っており、携帯機器市場の伸びが著しいことに加えて、これまでの半導体製造技術の蓄積が有効に生かせるという意味でも各国の半導体産業が将来の

発展を期待している分野である。

CEA - LETI（仏原子力庁の電子情報技術研究所）と伊仏合弁のSTマイクロエレクトロニクス社は、グルノーブル近郊の共同研究施設（Crolles 1）において、RF MEMS によるスイッチを標準的な CMOS 回路（相補型トランジスタ構造）の上層に製造する技術を開発した。この成果により、SoC への MEMS スwitch の集積が現実的なものになった。

この共同研究における MEMS スwitch は、2 種の材料を貼り合わせ、熱的性質の違いによって変形させるバイモルフという効果を使っている。可動部分は、窒化シリコンとアルミニウムから成る梁（ $400 \times 50 \mu\text{m}$ ）から成っており、

信号ラインとの間に $3 \mu\text{m}$ のエアギャップが設けられている。接続する窒化チタンの抵抗加熱によって、窒化シリコンとアルミニウムの梁がバイモルフ効果により変形し、信号ライン上の金の突起と接触してスイッチがオン状態になる。スイッチが一旦オンになると、電圧が印加されることで発生する静電気力によって梁が接触位置で保持されるため、これ以上の加熱電流が不要になる。このような静電気力を利用した機構により、消費電力の少ないスイッチ動作が可能になった。試作した MEMS スwitch は、約 $200 \mu\text{s}$ のスイッチング動作をさせるために、2 V 以下で 20 mA が必要であり、起動エネルギーは $8 \mu\text{J}$ であった。た

だし、静電気力の維持に必要な電圧は 15V であり、今後、これを 10V 以下に低減する改良を行なう。信頼性に関しては、不具合や接触劣化無しに 10 億回以上のスイッチングができ、携帯機器で使用される 2 GHz の周波数帯域での挿入損失や漏洩度も低いことが確認されており、実用に近い技術と考えることができる。

CEA - LETI と ST マイクロエレクトロニクス社は、今後の産官共同研究で、ウエハレベルでのパッケージング（半導体デバイスを実装するための包装）方法の開発や、作製工程の効率化による費用対効果の向上など、さらに実用に向けた開発を進めていく予定である。

.....